

**ANALISA POLA ALIRAN PADA BODI BUS EVONEXT STANDAR
DENGAN EVONEXT MODIFIKASI MENGGUNAKAN CFD
(COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC)**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh:

GENDEWA UTOMO

D200130063

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA POLA ALIRAN PADA BODI BUS EVONEXT STANDAR
DENGAN EVONEXT MODIFIKASI MENGGUNAKAN CFD
(COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC)**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

GENDEWA UTOMO

D 200 130 063

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Sarjito', is written over the name 'Ir. Sarjito, MT., Ph.D.'.

Ir. Sarjito, MT., Ph.D

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA POLA ALIRAN PADA BODI BUS EVONEXT STANDAR DENGAN
EVONEXT MODIFIKASI MENGGUNAKAN CFD (*COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMIC*)

OLEH

GENDEWA UTOMO

D 200 130 063

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Univesitas Muhammadiyah Surakarta
pada hari Senin, tanggal 15 Januari 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan penguji:

1. Ir. Sarjito, MT.,Ph.D
(Ketua Dewan Penguji)
2. Marwan Effendy, ST., MT.Ph.D
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Tri Tjahjono, MT
(Anggota II Dewan Penguji)



Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph. D., IPM

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 1 Februari 2018

Penulis



Gendewa Utomo

D 200 130 063

**ANALISA POLA ALIRAN PADA BODI BUS EVONEXT STANDAR
DENGAN EVONEXT MODIFIKASI MENGGUNAKAN CFD
(COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC)**

ABSTRAKSI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemodelan dan simulasi perilaku aerodinamika pada kendaraan Bus dengan perubahan radius *Front Roof* dan *Rear Roof* menggunakan CFD. Penelitian juga dimaksudkan untuk mendeskripsikan fenomena aliran fluida yang terjadi disekitar kendaraan bus. Dalam proses simulasi ini telah dilakukan modifikasi bodi Bus pada radius *Front Roof* dan *Rear Roof*, kecepatan divariasikan antara 60 km/jam sampai 140 km/jam. Model dibuat dalam skala asli dimaksudkan untuk mendeskripsikan perilaku aliran di depan maupun di belakang kendaraan bus. Simulasi dilakukan pada kondisi stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Koefisien *Drag* terendah terjadi pada Bus Evonext modifikasi radius *Front Roof* R1000 dan modifikasi radius *Rear Roof* R350 yaitu sebesar 0.398 dan nilai Koefisien *Drag* pada bus standar sebesar 0,453. Dapat disimpulkan bahwa modifikasi bus pada bagian *Front Roof* dan *Rear Roof* mampu menurunkan gaya hambat yang di terima oleh bus.

Kata kunci : Bus, Kecepatan, Koefisien Drag, Aerodinamika, CFD

ABSTRACT

The purpose of this research is to model and simulate aerodynamic behavior in bus vehicles with Front Roof and Rear Roof radius changes using CFD. The research is also intended to describe the fluid flow phenomena that occurred around the bus vehicle. In this simulation process has been done modification Bus body on Front Roof and Rear Roof radius, speed varied between 60 km an hour to 140 km an hour. The model made in the original scale is intended to describe the flow behavior both in front of and behind the bus vehicle. The simulation was done on steady state condition. The results showed that the lowest coefficient of Drag occurred on the Bus Evonext modified radius Front Roof R1000 and Rear Roof R350 radius modification is 0.398 and the value of Drag coefficient on the standard bus is 0.453. It can be concluded that the modification of the bus on the Front Roof and the Rear Roof was able to lower the Drag force received by the bus.

Keywords : Bus, Velocity, Koefisien Drag, Aerodynamics, CFD

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai upaya yang dilakukan untuk menekan pemborosan energy dan pelepasan gas CO₂ ke udara pada suatu kendaraan adalah dengan mendesain bentuk kendaraan yang aerodinamis. Hal ini berkaitan dengan semakin bekurangnya energy fosil sedangkan konsumsi semakin tinggi.

Pengujian Koefisien tahanan dengan menggunakan metode eksperimental dilakukan dalam terowongan angin (*wind tunel*) baik dalam ukuran kendaraan yang sebenarnya maupun dalam ukuran skala. Tetapi, pengujian dengan metode eksperimental ini membutuhkan waktu dan biaya yang sangat besar. Hal ini yang menjadi salah pemicu para desainer maupun industri untuk memanfaatkan metode komputasi dengan simulasi numerik sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut dengan pertimbangan kecepatan dalam memperoleh data Koefisien tahanan dan rendahnya biaya yang harus dikeluarkan dibanding dengan menggunakan metode eksperimental.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh dari modifikasi radius *Front Roof* terhadap hambatan Bus ?
2. Bagaimana pengaruh dari modifikasi radius *Rear Roof* terhadap hambatan Bus ?
3. Bagaimana pengaruh kecepatan terhadap Koefisien *Drag* (C_D), dan Koefisien *Lift* (C_L) pada bodi Bus NEW ARMADA EVONEXT modifikasi radius *Front Roof* dan *Rear Roof* yang paling optimal dengan bervariasi kecepatan 60-140 km/jam dengan interval 20 km/jam.

4. Membandingkan perilaku aerodinamika antara bodi Bus NEW ARMADA EVONEXT standar dan bodi Bus NEW ARMADA EVONEXT modifikasi radius *Front Roof* dan *Rear Roof* yang paling optimal.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari melebarnya masalah maka perlu adanya pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Eksperimen dibatasi hanya untuk mengetahui karakteristik perilaku aerodinamika pada bodi bus NEW ARMADA EVONEXT
2. Desain bodi dibuat menggunakan Solidworks 2016 menyerupai model bodi bus NEW ARMADA EVONEXT dengan dimensi asli.
3. Metode penelitian komputasi hanya dibatasi dalam keadaan steady.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Menginvestigasi pengaruh dari radius *Front Roof* terhadap hambatan Bus melalui analisis dengan metode *computational fluid dynamic (CFD)*.
2. Menginvestigasi pengaruh dari radius *Rear Roof* terhadap hambatan Bus melalui analisis dengan metode *computational fluid dynamic (CFD)*.
3. Menginvestigasi pengaruh kecepatan terhadap Koefisien *Drag* (C_D), dan Koefisien *Lift* (C_L) pada bodi Bus NEW ARMADA EVONEXT modifikasi radius *Front Roof* dan *Rear Roof* yang paling optimal dengan bervariasi kecepatan 60-140 km/jam dengan interval 20 km/jam.

4. Mengetahui perilaku aerodinamika antara bodi Bus NEW ARMADA EVONEXT standar dan Bus NEW ARMADA EVONEXT modifikasi radius *Front Roof* dan *Rear Roof* yang paling optimal.

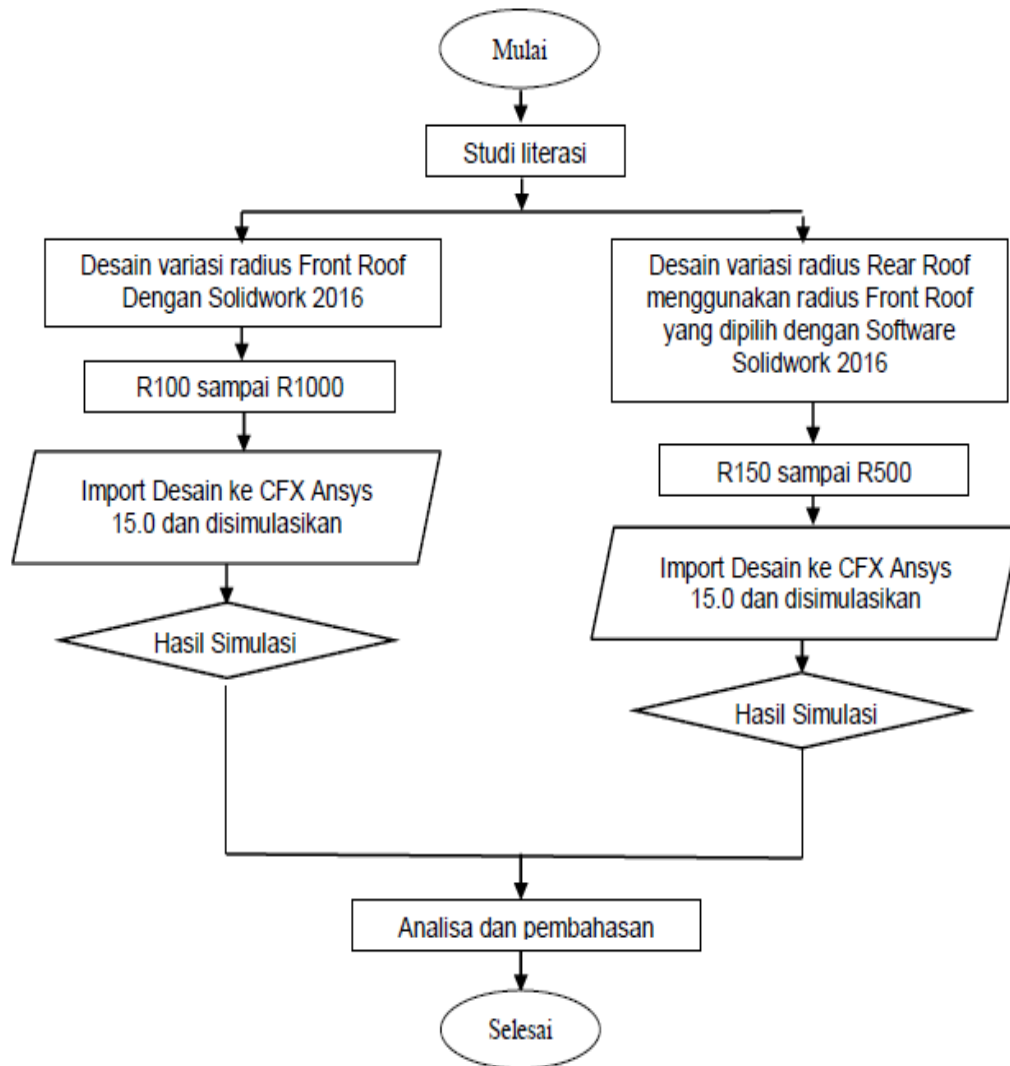
1.5 Tinjauan Pustaka

Karomah, N.M., dan Wawan Aries Widodo (2012), “Studi Numerik Karakteristik Aliran Bagian Rear-End Bus Penumpang dengan Variasi Sudut Difusser dengan menggunakan software berbasis computational fluid dynamics (CFD)” Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Hasil yang diperoleh menunjukkan dengan kenaikan sudut *diffuser* diperoleh penurunan *CI* yang cukup signifikan. Sedangkan pada *Cd* mengalami penurunan yang sama namun pada sudut 18° , nilai *Cd* justru mengalami kenaikan.

Agung (2016), “ Analisa Pola Aliran Pada Bodi Mobil Esemka Rajawali Standar Dengan Esemka Rajawali Modifikasi Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic) Pada Software Ansys 15.0” Berdasarkan hasil simulasi perhitungan coefficient *Drag* dan coefficient *Lift* pada mobil *ESEMKA RAJAWALI* modifikasi lebih dari mobil *ESEMKA RAJAWALI* standar.semakin menurun.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Penelitian



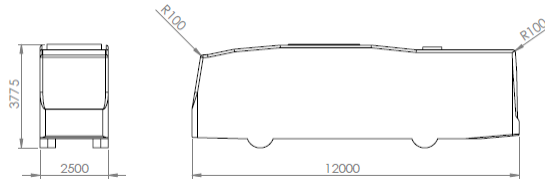
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2. Pembuatan Desain

Dalam pembuatan desain Bus standard an Bus modifikasi menggunakan software 2014 dengan mengubah format menjadi IGES (*.IGS).

2.2.1. EVONEXTstandar

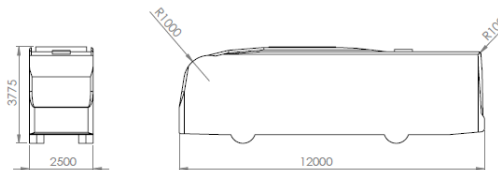
Pada model ini desain mengacu pada model bus Evonextyang asli dengan dimensi nyata atau skala 1:1.



Gambar 2 Bodi Bus Standar

2.2.2. EVONEXTmodifikasi bagian atas depan

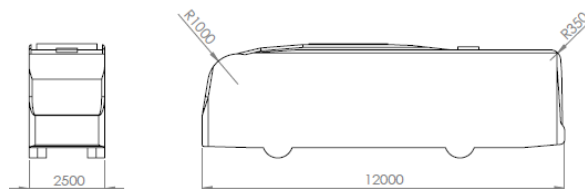
Untuk model bus Evonextmodifikasi ini mengacu pada pengembangan desain bagian depan bus yaitu modifikasi radius depan atas yang dibuat lebih aerodinamis.



Gambar 3 Bodi Bodi Bus Modifikasi *Front Roof*

2.2.3. EVONEXTmodifikasi bagian atas belakang

Untuk model bus Evonext modifikasi ini mengacu pada pengembangan desain bagian belakang bus yaitu modifikasi radius sudut atas belakang yang dibuat lebih aerodinamis.

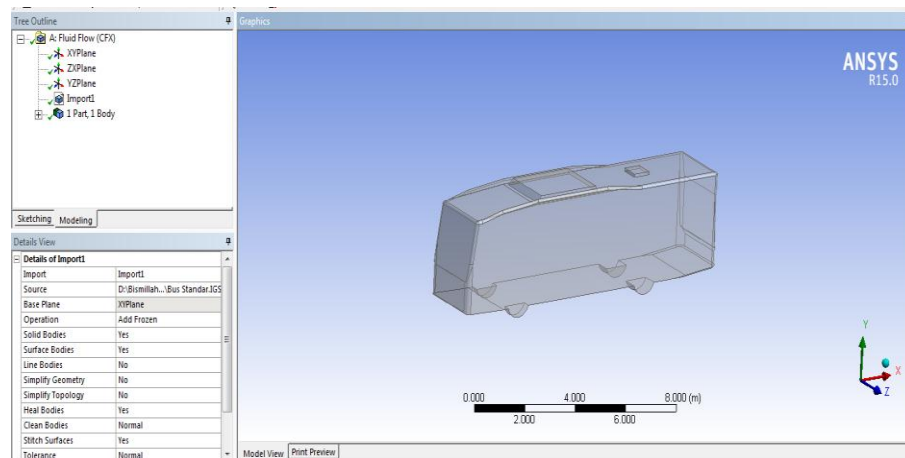


Gambar 4 Bodi Bodi Bus Modifikasi *Rear Roof*

2.3. Simulasi Streamline

2.4.1 Import File

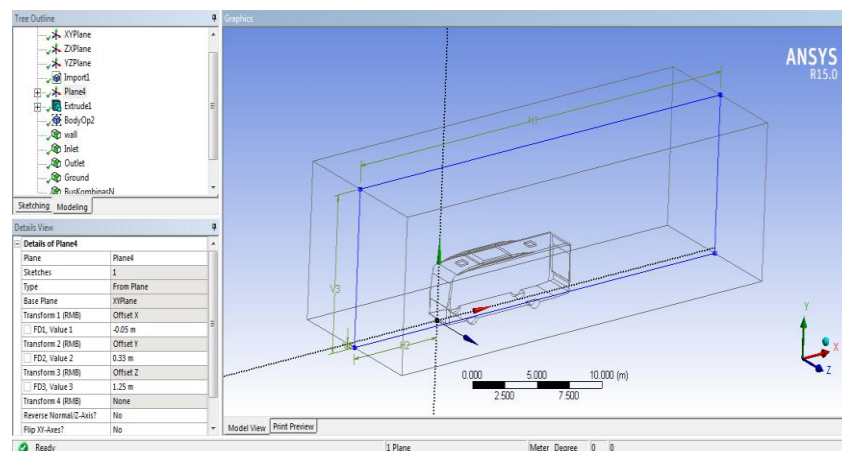
Dalam penelitian ini langkah awal simulasi adalah *import* file desain mobil ke dalam Ansys 15.0 sebelum *diimport* pastikan file berformat IGES (*.IGS) dimaksudkan supaya file dapat terbaca dalam *software* Ansys 15.0



Gambar 6 Import File Desain Bus

2.4.2 Boundary Condition

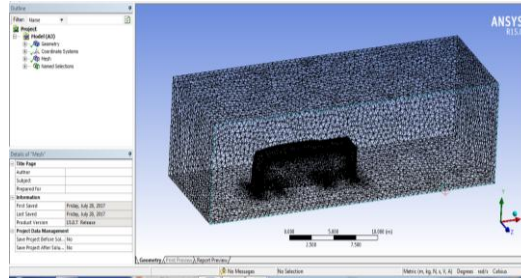
Boundary condition disini ditentukan dengan Dimensi *computational domain* adalah $L = 35000$ mm, $W = 6000$ mm, dan $H = 10000$ mm



Gambar 7 Proses Boundary Condition pada Geometry

2.4.3 Proses Meshing

Proses meshing dalam penelitian ini *meshing* dibuat dengan membedakan *grid mesh* antara *boundary condition* dan bodi bus.



Gambar 8 Proses Meshing pada langkah Meshing

Tabel 4.3 Jumlah Mesh Statistics pada model Bus EvonextStandar

Informasi Mesh model Bus Standar	
Jumlah Nodes	221089
Jumlah Elements	1217161
Tetrahedra	1217161

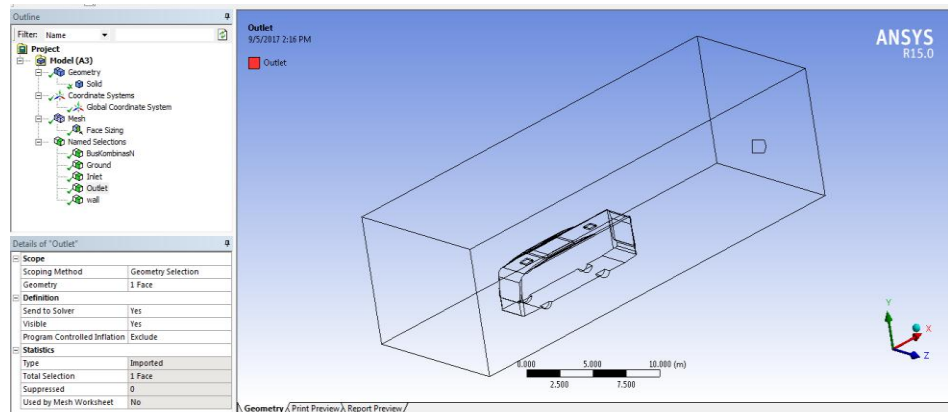
Tabel 4.4 Jumlah Mesh Statistics pada model Bus Evonext Modifikasi

Informasi Mesh model Bus Evonext Modifikasi	
Jumlah Nodes	178913
Jumlah Elements	980016
Tetrahedra	980016

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa jumlah elemen fluida yang ada didalam perhitungan komputasi pada model Bus standar sebanyak 1217161 dan model Bus Modifikasi sebanyak 980016. Dengan menggunakan simulasi steady percobaan dilakukan dalam tiga kecepatan berbeda pada kedua model Bus dan dicari perbedaan dari kedua model tersebut

2.4.4 Setup Kondisi Batas pada *Boundary*

Kondisi batas yang dipakai pada daerah dibagi atas inlet, outlet, wall, ground, dan bus. Dalam kondisi transien domain pada symmetry tidak digunakan tipe kondisi batas *symmetry* tetapi menggunakan kondisi dinding bebas slip (*Wall free slip*).



Gambar 9 Posisi kondisi batas untuk domain komputasi

Tabel kondisi batas untuk simulasi steady bisa dilihat pada tabel

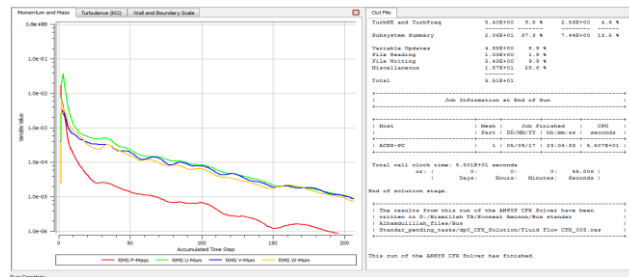
Tabel 3.1 Kondisi Batas Untuk Kondisi steady

Location	Type Boundary	Boundary Condition	Value
Inlet	Inlet	Cart. Vel. Components	22.22 m/s
Outlet	Outlet	Average Static Pressure	0 Pa
Wall	Wall	Free Slip Wall	
Ground	Wall	Cartesian Components	22.22 m/s
Bus	Wall	No Slip Wall	

2.4.5 Proses Solver

Pada tahap solver, persamaan yang dilibatkan dalam simulasi CFD akan diselesaikan secara interactive sampai mencapai nilai yang konvergen. Dalam CFX didasarkan pada volume hingga (*finite volume*) dan menyediakan pilihan solver dan pengaturan. Pengaturan

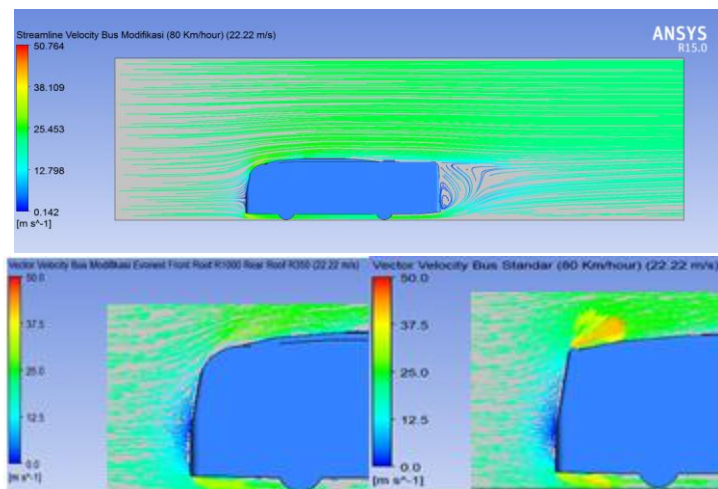
yang dipilih untuk penelitian ini. Hasil dari perhitungan solver dari tingkat akurasi dari solver ditentukan oleh tingkat keakuratan dari kondisi batas atau asumsi yang digunakan dan pemilihan grid yang baik pada proses meshing. Hasil dari proses solver bisa dilihat pada gambar 3.8



Gambar 10 Hasil Proses solver pada Ansys 15.0 CFX-Solver

2.4.6 Simulasi Hasil *Solving*

Hasil dari simulasi CFD ini dapat berupa plot vector kecepatan, kontur distribusi tekanan, particle tracking, dan besarnya gaya-gaya aerodinamis. Gambar dari hasil simulasi bias dilihat pada gambar 3.9



Gambar 11 Gambar visualisasi hasil simulasi dengan Ansys 15.0 CFX-post model

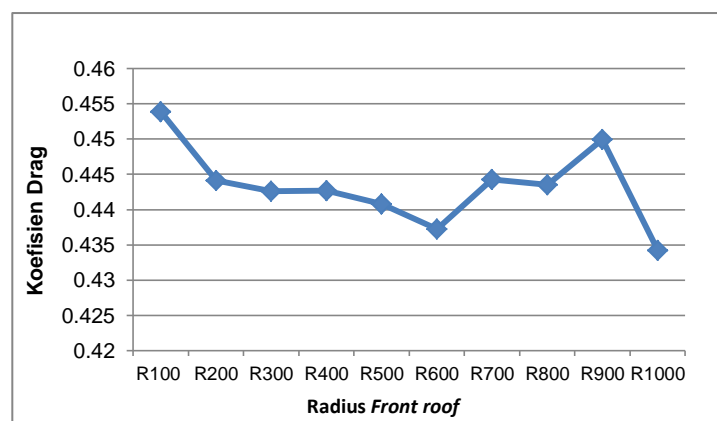
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perhitungan Koefisien *Drag* (Bodi Bus Modifikasi *Front Roof*)

Dari perhitungan Koefisien *Drag* ke 10 Variasi di dapat data Koefisien *Drag* seperti di dalam tabel berikut :

Tabel 4.5 Hasil Koefisien *Drag* Bodi Bus Evonext Modifikasi *Front Roof*

Variasi Radius <i>Front Roof</i>	Gaya <i>Drag</i> (N)	C_D	Peningkatan Efisiensi C_D (%)
R100	1198.35	0.45	standar
R200	1172.58	0.44	2.15
R300	1168.44	0.44	2.49
R400	1168.78	0.44	2.46
R500	1163.67	0.44	2.89
R600	1154.29	0.43	3.67
R700	1173	0.44	2.11
R800	1170.83	0.43	3.32
R900	1187.94	0.45	0.83
R1000	1146.34	0.43	4.37



Gambar 12 Hubungan variasi radius *Front Roof* Bus Evonext Modifikasi dengan Koefisien *Drag* Bus

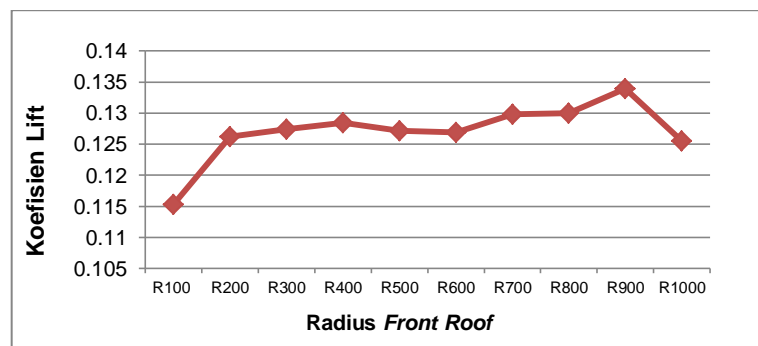
Dari grafik pada gambar 4.1 maka dipilih Koefisien *Drag* Bus Evonext Modifikasi *Front Roof* terbaik adalah R1000 karena memiliki Koefisien *Drag* yang paling rendah dan juga dari bentuk yang masih ideal sebagaimana bentuk-bentuk Bus secara umum.

3.2. Hasil Perhitungan Koefesien *Lift* (Bodi Bus Modifikasi *Front Roof*)

Dari perhitungan Koefesien *Lift* ke 10 Variasi di dapat data Koefesien *Lift* seperti di dalam tabel berikut :

Tabel 4.6 Hasil Koefisien *Lift* Bodi Bus Evonext Modifikasi *Front Roof*

Variasi Radius <i>Front Roof</i>	Gaya <i>Lift</i> (N)	C_L	Penurunan Efisiensi C_L (%)
R100	1046.15	0.11	Standar
R200	1145.36	0.12	-9.48
R300	1156.24	0.12	-10.52
R400	1165.46	0.12	-11.40
R500	1153.71	0.12	-10.28
R600	1151.02	0.12	-10.02
R700	1177.76	0.12	-12.58
R800	1159.24	0.12	-10.81
R900	1216.84	0.13	-16.31
R1000	1137.46	0.12	-8.72



Gambar 13 Hubungan variasi radius *Front Roof* Bus Evonext Modifikasi dengan Koefisien *Lift* Bus

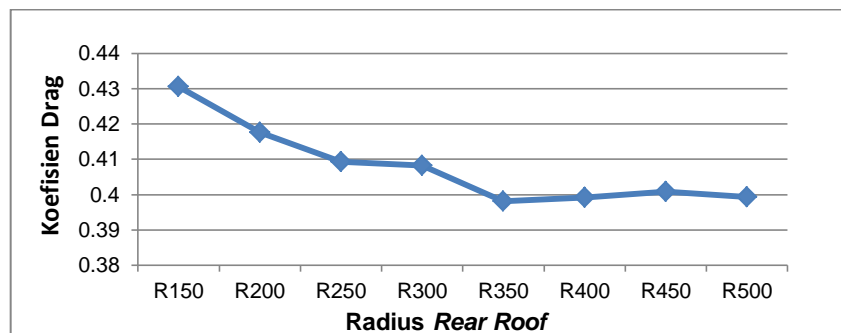
Dari grafik pada gambar 13 maka dipilihlah Bus Evonext Modifikasi dengan rincian bagian Bus Evonext Modifikasi *Front Roof* tetap dipilih dengan menggunakan R1000 untuk mencari radius *Rear Roof* yang paling optimal karena nilai Koefisien *Lift* yang masih dianggap kecil dan tidak begitu berpengaruh pada Bus.

3.3. Hasil Perhitungan Koefisien *Drag* (Bodi Bus Modifikasi *Rear Roof*)

Dari perhitungan Koefisien *Drag* ke 9 Variasi di dapat data Koefisien *Drag* seperti di dalam tabel berikut :

Tabel 4.7 Hasil Koefisien *Drag* Bus Evonext Modifikasi *Rear Roof*

Variasi Radius <i>Rear Roof</i>	Gaya <i>Drag</i> (N)	C_D	Perubahan Efisiensi $C_D(\%)$
R150	1136.76	0.430586429	5.139566904
R200	1102.69	0.41768126	7.982642801
R250	1080.46	0.409260893	9.837693495
R300	1077.83	0.408264691	10.05716193
R350	1051.25	0.398196614	12.27521175
R400	1053.89	0.399196604	12.05490883
R450	1058.13	0.400802648	11.701089
R500	1054.23	0.39932539	12.02653649



Gambar 14 Hubungan variasi radius *Rear Roof* Bus Evonext Modifikasi dengan Koefisien *Drag* Bus.

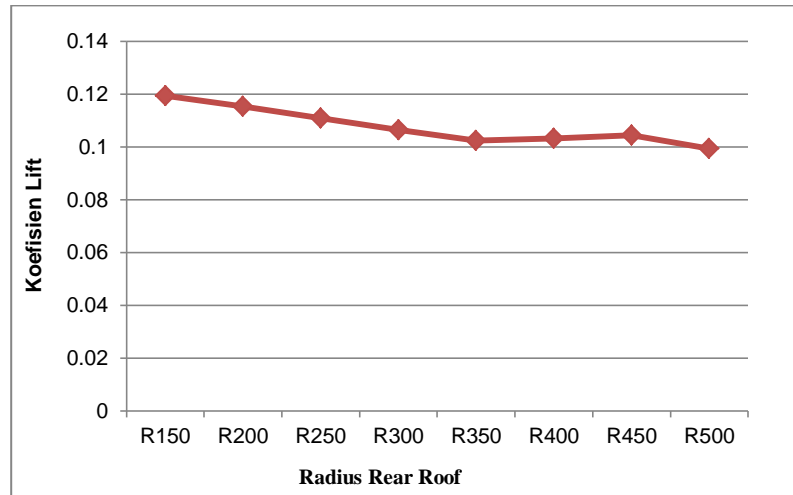
Dari grafik pada gambar 14 maka dipilihlah Bus Evonext Modifikasi dengan rincian bagian Bus Evonext Modifikasi *Front Roof* dipilih dengan menggunakan R1000 dan pada *Rear Roof* dipilih dengan menggunakan R350 karena menunjukkan nilai Koefisien *Drag* yang paling kecil sehingga tidak perlu merubah *Rear Roof* sampai R500 karena tidak menunjukkan perubahan yang berarti dan juga membuat bentuk Bus menjadi kurang indah.

3.4. Hasil Perhitungan Koefisien *Lift* (Bus Bodi Bus Modifikasi *Rear Roof*)

Dari perhitungan Koefisien *Lift* ke 9 Variasi di dapat data Koefisien *Lift* seperti di dalam tabel berikut :

Tabel 4.6 Hasil Koefisien *Lift* Bus Evonext Modifikasi *Rear Roof*

Variasi Radius <i>Rear Roof</i>	Gaya <i>Lift</i> (N)	C_L	Peningkatan Efisiensi $C_L(\%)$
R150	1083.71	0.119453155	-3.59030731
R200	1046.88	0.115393527	-0.06977966
R250	1005.24	0.110803711	3.910529083
R300	965.867	0.106463777	7.674138508
R350	929.551	0.102460805	11.14553362
R400	936.282	0.103202737	10.50212685
R450	947.26	0.1044128	9.452755341
R500	902.53	0.099482385	13.72843283



Gambar 15 Hubungan variasi radius *Rear Roof* Bus Evonext Modifikasi dengan Koefisien *Lift* Bus

Dari grafik pada gambar 15 maka dipilihlah Bus Evonext Modifikasi dengan rincian bagian Bus Evonext Modifikasi *Front Roof* dipilih dengan menggunakan R1000 dan pada *Rear Roof* tetap dipilih dengan menggunakan R350 karena menunjukkan nilai Koefisien *Drag* yang kecil sehingga tidak perlu merubah *Rear Roof* sampai R500 karena tidak menunjukkan perubahan yang berarti dan juga membuat bentuk Bus menjadi kurang indah.

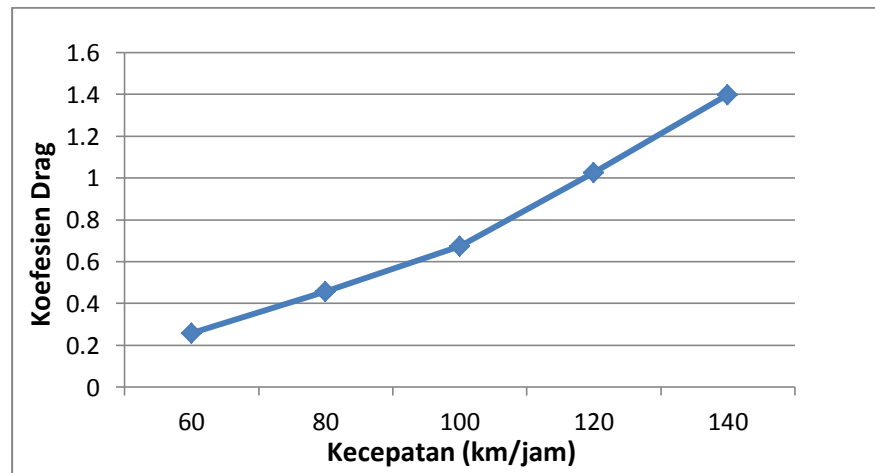
3.5. Hasil Perhitungan dengan Variasi Kecepatan

3.5.1. Hasil Perhitungan Koefisien *Drag*

Dari perhitungan Koefisien *Drag* ke 5 Variasi di dapat data Koefisien *Drag* seperti di dalam tabel berikut :

Tabel 4.7 Hasil Koefisien *Drag* Bodi Bus Evonext Modifikasi variasi Kecepatan

Variasi Kecepatan	Gaya <i>Drag</i> (N)	C_D
60 km/jam	594.623	0.225233641
80 km/jam	1051.25	0.398196614
100 km/jam	1550.47	0.587293131
120 km/jam	2365.02	0.895831587
140 km/jam	3222.6	1.220669116



Gambar 16 Hubungan variasi kecepatan Bus Evonext Modifikasi dengan Koefisien *Drag* Bus

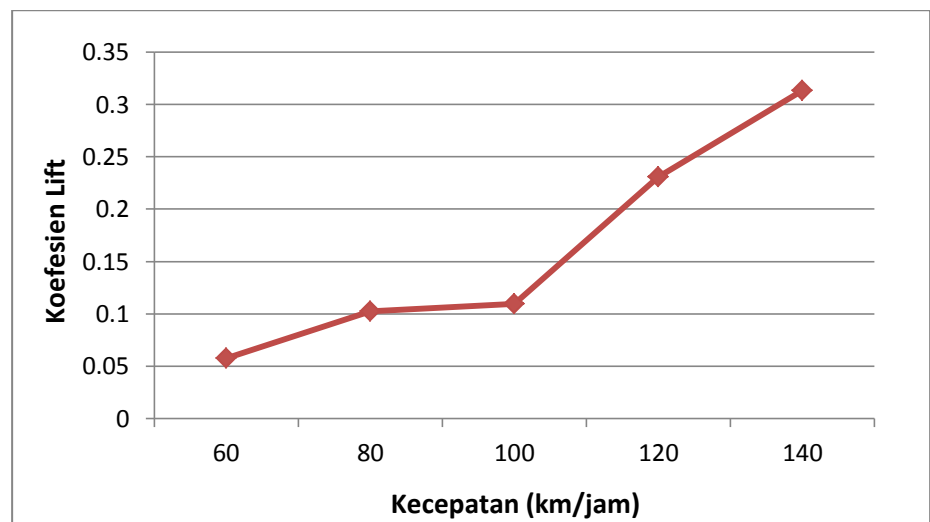
Dari grafik pada gambar 16 maka dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya kecepatan Bus maka juga semakin bertambah pula Koefisien *Drag* Bus tersebut.

3.5.2. Hasil Perhitungan Koefisien *Lift*

Dari perhitungan Koefisien *Lift* ke 5 Variasi di dapat data Koefisien *Drag* seperti di dalam tabel berikut :

Tabel 4.8 Hasil Koefisien *Lift* Bodi Bus Evonext Modifikasi variasi Kecepata

Variasi Kecepatan	Gaya <i>Lift</i> (N)	C_L
60 km/jam	523.874	0.057744601
80 km/jam	929.551	0.102460805
100 km/jam	993.996	0.109564328
120 km/jam	2093.15	0.230719815
140 km/jam	2844.29	0.313515067

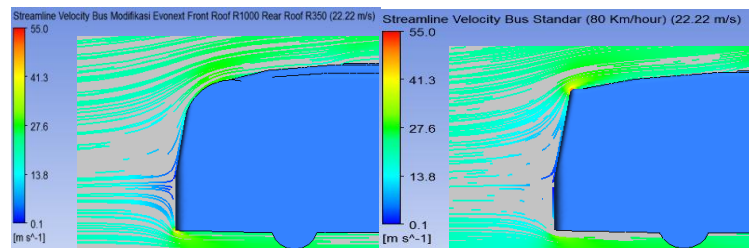


Gambar 17 Hubungan variasi kecepatan Bus Evonext Modifikasi dengan Koefisien *Lift* Bus

Dari Grafik pada gambar 17 maka dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya kecepatan Bus maka juga semakin bertambah pula Koefisien *Lift* Bus tersebut.

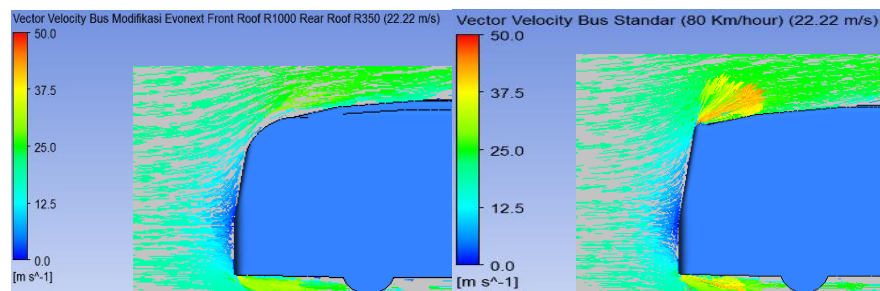
3.6. Pola Aliran di Sekeliling Bus

Pada kecepatan (80 Km/jam), Bus Standar terlihat memiliki pola aliran yang membentuk separasi yang besar pada bagian depan Bus Standar dibanding dengan Bus Evonext Modifikasi dikarenakan bentuknya yang terlalu menyiku pada *Front Roof* pada model Bus Standar. Sedangkan untuk bagian atas Bus Evonext Modifikasi pola aliran disekitar mobil cenderung mengikuti bentuk bodi tanpa membuat separasi. Perbedaan dapat dilihat pada gambar 18



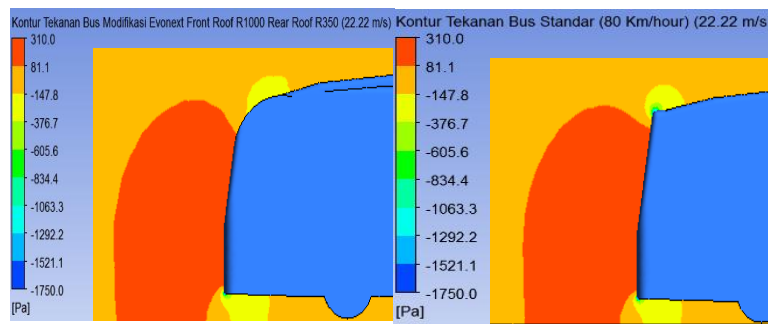
Gambar 18 Streamline disekitar Bus Kecepatan 80 km/jam

Pada gambar 19 menunjukkan bahwa Bus Standar memiliki vektor kecepatan tertinggi pada *Front Roof* dan bawah sedangkan pada Bus Evonext Modifikasi hanya terjadi pada bagian depan bawah saja. Hal ini tentunya berpengaruh pada gaya hambat yang diterima oleh Bus dikarenakan pada Bus Standar memiliki bentuk *Front Roof* yang lebih menyiku sehingga terjadi Gaya *Drag* yang lebih besar yang menyebabkan aliran membentur bodi dan memperbesar Vektor kecepatannya.



Gambar 19 Vektor kecepatan 80 km/jam

Sedangkan pada gambar 20 menunjukkan bahwa Bus Standar memiliki Kontur Tekanan yang lebih besar walaupun terlihat tidak jauh berbeda atau sangat tipis perbedaannya. Tetapi hasil gaya hambat yang diterima oleh Bus Standar tetap lebih tinggi dibandingkan Bus Evonext Modifikasi . Hal ini dikarenakan pada Bus Standar memiliki bentuk *Front Roof* yang lebih menyiku sehingga terjadi Gaya *Drag* yang lebih besar yang menyebabkan aliran membentur bodi dan memperbesar gaya hambatnya.



Gambar 4.9 Kontur Tekanan pada Kecepatan 80 km/jam

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis pada bodi Bus Standar dan Bus Evonext Modifikasi menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic) dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan Koefisien *Drag* Bus Evonext Modifikasi *Front Roof* dalam penelitian ini dengan menggunakan simulasi pada kecepatan 80 km/jam didapatkan Koefisien *Drag* terendah untuk *Front Roof* radius *Front Roof* dipilih R1000 sebagai radius yang paling optimal dengan hasil Koefisien *Drag* sebesar 0.434, karena memiliki streamline yang cenderung mengikuti bentuk Bus serta sedikitnya

separasi aliran yang terbentuk mengakibatkan nilai koefisiennya menjadi rendah.

2. Dari hasil perhitungan Koefisien *Drag* Bus Evonext Modifikasi *Rear Roof* dalam penelitian ini dengan menggunakan simulasi pada *Front Roof* radius *Front Roof* R1000 pada kecepatan 80 km/jam dengan memodifikasi radius *Rear Roof* Bus menunjukkan pengaruh pada nilai Koefisien *Drag*. Variasi radius *Rear Roof* R350 dipilih sebagai variasi radius yang paling optimal dengan hasil Koefisien *Drag* sebesar 0.398. Hal ini dikarena pada streamline terlihat pola aliran yang cenderung mengikuti bentuk Bus serta sedikitnya separasi aliran yang terbentuk mengakibatkan nilai koefisiennya menjadi rendah.
3. Dari hasil pengamatan hubungan Koefisien *Drag* Bus Evonext Modifikasi dengan radius *Front Roof* R1000 dan radius *Rear Roof* R350 pada kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam, 100 km/jam, 120 km/jam, dan 140 km/jam dengan hasil beturut-turut untuk adalah 0.225 , 0.398 , 0.587 , 0.895 ,dan 1.22 . Sedangkan untuk Koefisien *Lift* didapatkan 0.057 , 0.102 , 0.109 , 0.230 ,dan 0.313. Dari grafik pada gambar 16 dan gambar 17 maka dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya kecepatan Bus maka semakin bertambah juga Koefisien *Drag* dan Koefisien *Lift* Bus tersebut.
4. Perilaku aerodinamika pada penelitian ini didapatkan streamline pada Bus standar menghasilkan separasi aliran yang lebih besar dibandingkan dengan Bus Evonext Modifikasi dengan radius *Front Roof* R1000 dan radius *Rear Roof* R350. Hal ini disebabkan karena Bus Standar memiliki pola aliran udara yang membentuk separasi lebih besar pada bagian depan jika dibandingkan dengan Bus Evonext Modifikasi, dikarenakan bentuknya yang terlalu menyiku pada *Front Roof* pada model Bus Standar. Sehingga hal tersebut mengakibatkan bertambahnya hambatan yang diterima oleh Bus. Maka dari itu dapat

disimpulkan bahwa dengan memodifikasi radius pada *Front Roof* R1000 dan radius *Rear Roof* R350 dapat membuat Bodi Bus NEW ARMADA EVONEXT menjadi semakin aerodinamis.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis, maka untuk penelitian selanjutnya dari penelitian aerodinamika menggunakan software adalah sebagai berikut:

1. Dalam aspek alat penelitian sebaiknya menggunakan computer dengan spesifikasi yang memang diperuntukkan untuk desain dan simulasi.
2. Aspek penting dalam penelitian komputasi adalah meshing, dalam proses ini penelitian harus sangat teliti.

PERSANTUNAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu dan tanpa halangan yang berarti dengan judul “*ANALISA POLA ALIRAN PADA BODI BUS EVONEXT STANDAR DENGAN EVONEXT MODIFIKASI MENGGUNAKAN CFD (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC)*”. Selama proses penyusunan Tugas Akhir penulis sadar banyak hambatan dan kesulitan yang dialami. Bantuan dorongan semangat serta bantuan baik moril maupun materil tidak lepas dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

- 1) Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, dan kasih sayang-Nya.
- 2) Ibu dan Bapak serta keluarga tercinta atas segala perhatian, doa, dan dukungan yang selalu diberikan baik moril maupun materil.

- 3) Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 4) Bapak Ir. Subroto, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 5) Bapak Ir. Sarjito, MT., Ph.D selaku pembimbing tugas akhir.
- 6) Semua pihak yang telah membantu, semoga Allah membalas kebaikanmu. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.D., 2001. *Fundamental of Aerodynamics (3rd ed)*. Singapore : McGraw-Hill
- Azwir, Hall. 2014. *Analisa Computational Fluid Dynamic Body Kendaraan Mataram Proto Dengan Peranak Lunak Ansys Fluent 14.5^o*. IST AKPRIN, Yogyakarta
- Giles, Ranald V., 1977. *Theory and Problems of FLUID MECHANICS AND HYDRAULICS (SI-Metric) 2nd Edition*. Jakarta : Erlangga
- Karomah, N.M., dan Widodo A.W., 2012, *Studi Numerik Karakteristik Aliran Bagian Rear-End Bus Penumpang dengan Variasi Sudut Difusser dengan menggunakan software berbasis computational fluid dynamics (CFD)*. Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Tekenologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Saleh, Jamal M., 2002. *Fluid Flow Hand Book*. R. R Donnelley & sons Company.
- Wahyu Jatmiko, A., 2010. *Analisa Pola Aliran Pada Mobil Esemka ajawali Standar Dengan Eseka Rajawali Modifikasi*. Laporan Tugas Akhir Fakultas Teknik Mesin UMS, Surakarta.
- Yudi Hardian, H., 2009. *Analisa Tekanan Dan Laju Kecepatan Angin Pada Mobil GL-BUS Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)*. Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Universitas Gunadarma.